

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 732 641 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
18.09.1996 Patentblatt 1996/38

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **G05D 1/02**

(21) Anmeldenummer: 96103943.5

(22) Anmeldetag: 13.03.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI NL PT SE**

(72) Erfinder: **Trainer, Wolfram, Dipl.-Ing.**  
**40474 Düsseldorf (DE)**

(30) Priorität: 15.03.1995 DE 19509320

(74) Vertreter: **Selting, Günther, Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwälte**  
**von Kreisler, Selting, Werner**  
**Postfach 10 22 41**  
**50462 Köln (DE)**

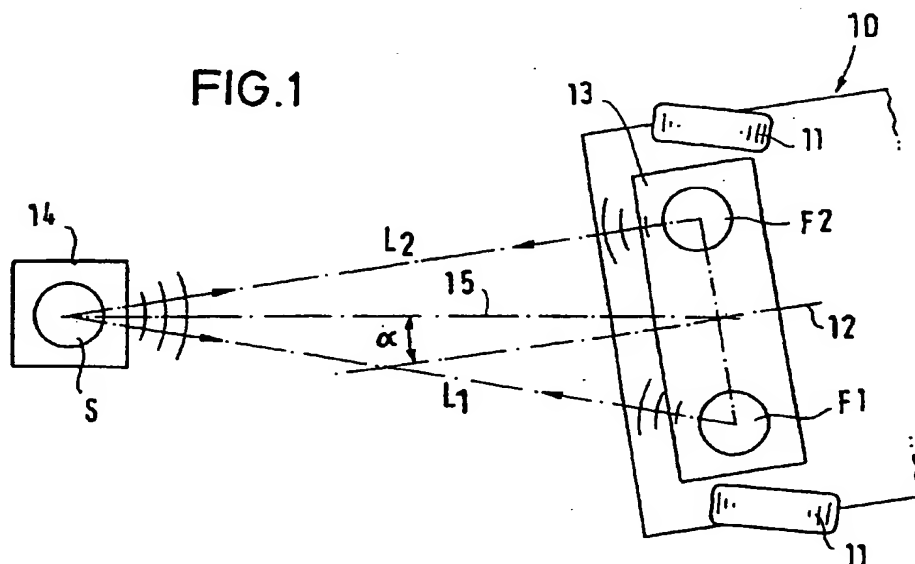
(71) Anmelder: **Technologietransfer-Anstalt,**  
**Tetra**  
**9493 Mauren (LI)**

(54) **Folgesteuerung für ein selbstfahrendes Fahrzeug**

(57) Die Ultraschall-Folgesteuerung bewirkt, daß ein selbstfahrendes Fahrzeug einem vorausgehenden Schrittmacher selbsttätig mit vorgegebenem Abstand folgt. Hierzu ist eine Steuereinheit (13) des Fahrzeugs (10) mit zwei Ultraschalleinheiten (F1,F2) ausgestattet, die jeweils eine Sende- und Empfangsvorrichtung für Ultraschallsignale aufweisen. Der vorausgehende Schrittmacher trägt eine zweite Steuereinheit (14) mit einem auf die Signale der Ultraschalleinheiten (F1,F2) antwortenden Transponder (S). Bei Empfang eines

Ultraschallsignals gibt der Transponder (S) ein Antwortsignal aus, das von der betreffenden Ultraschalleinheit empfangen wird. Aus den von den Ultraschalleinheiten (F1,F2) empfangenen Signalen wird in der ersten Steuereinheit (13) der Abstand des Fahrzeugs vom Schrittmacher und der Folgewinkel ( $\alpha$ ) bestimmt und es werden Fahr- und Lenksignale derart erzeugt, daß das Fahrzeug dem Schrittmacher mit einem vorbestimmten Abstand folgt.

**FIG.1**



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Ultraschall-Folgesteuerung für ein selbstfahrendes Fahrzeug, die das Fahrzeug hinter, neben oder vor einer Person oder einem anderen Schrittmacher fahren läßt.

Bekannt sind Golfwagen, in denen die Schläger und das Zubehör eines Golfspielers transportiert werden, sowie Kommissionierfahrzeuge zum Transportieren von Waren in Regallagern. Die Steuerung solcher Fahrzeuge erfolgt durch direkte manuelle Lenkeingriffe eines Mitgängers. Hierdurch sind dessen Aufmerksamkeit und Hände gebunden. Erst wenn das Fahrzeug steht, kann sich die Person ihrer eigentlichen Tätigkeit, nämlich dem Golfspiel oder dem Lesen einer Kommissionierliste oder der Entnahme bzw. dem Einräumen von Artikeln, zuwenden. Nachteilig ist auch die körperliche Belastung der Person durch das Lenken des Fahrzeugs.

Zur Vermeidung dieser Nachteile ist es bekannt, Fahrzeuge mit einer Fernsteuerung zu steuern, die von einer mitgehenden Person betätigt wird. Die Bedienung solcher Fernsteuerungen erfordert erhebliche Übung und Geschick sowie eine hohe Aufmerksamkeit, wodurch der Anwenderkreis stark eingeschränkt wird.

Aus DE 43 26 016 C1 ist ein selbstfahrendes Fahrzeug bekannt, das einem Schrittmacher folgt. Zu diesem Zweck ist eine Hochfrequenz-Peileinrichtung vorgesehen, die dann wirksam ist, wenn der Abstand zwischen dem Fahrzeug und dem Sender eine vorbestimmte Distanz übersteigt und deren Aufgabe es ist, die Richtung zu ermitteln, in der sich vom Fahrzeug aus gesehen der Schrittmacher befindet. Ferner ist eine Ultraschall-Peileinrichtung vorhanden, die sowohl die Richtung des Schrittmachers als auch den jeweiligen Abstand zwischen dem Fahrzeug und dem Schrittmacher ermittelt. Diese Ultraschall-Peileinrichtung führt eine reine Intensitätsmessung aus. Der Schrittmacher ist mit einem Sender für Ultraschallsignale versehen, während das Fahrzeug ein Ultraschall-Empfangssystem mit zwei empfangenden Ultraschalleinheiten enthält. Die Schalldruckkennlinien eines Ultraschallsenders verlaufen in der Regel nicht radial zum Sender, sondern sie können eine unregelmäßige Form aufweisen. Dadurch werden falsche Richtungsbestimmungen im Empfangssystem durchgeführt. Ferner nimmt die Genauigkeit der Intensitätsmessung mit zunehmendem Abstand stark ab. Diese Umstände führen dazu, daß das Fahrzeug dem Schrittmacher nicht immer auf dem geradesten und kürzesten Weg folgt.

Bekannt sind ferner Folgesteuerungen, die mit Hochfrequenzsignalen arbeiten. Solche Folgesteuerungen basieren in der Regel ebenfalls auf Intensitätsmessungen der empfangenden Strahlung, wobei die am Fahrzeug von zwei Empfangseinheiten empfangenen Amplitudensignale für die Entfernungsmessung addiert und für die Richtungsmessung voneinander subtrahiert werden. Solche Folgesysteme haben ebenfalls relativ

große Ungenauigkeiten und sie sind in der Realisierung äußerst aufwendig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Ultraschall-Folgesteuerung zu schaffen, die in der Lage ist, ein selbstfahrendes Fahrzeug einem Schrittmacher mit hoher Präzision und Sicherheit nachzuführen.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen.

Bei der erfindungsgemäßen Ultraschall-Folgesteuerung ist am Fahrzeug eine erste Steuereinheit angebracht, die mindestens zwei Ultraschalleinheiten mit jeweils einer Sende- und Empfangsvorrichtung aufweist. Eine vom Fahrzeug unabhängige mobile zweite Steuereinheit, die im Signalaustausch mit der ersten Steuereinheit steht, kann von einer Person oder einem anderen Schrittmacher mitgeführt werden. Die Folgesteuerung bewirkt, daß das Fahrzeug dem Schrittmacher selbsttätig folgt, wobei es entweder hinter diesem oder seitlich versetzt neben diesem her fährt. Die seitlich versetzt am Fahrzeug angebrachten Ultraschalleinheiten führen durch Laufzeitmessung sehr genaue Abstandsmessungen in bezug auf den Schrittmacher durch, so daß mit ihnen der Abstand des Schrittmachers vom Fahrzeug und die Richtung des Schrittmachers in bezug auf das Fahrzeug bestimmt werden kann. In Abhängigkeit von Abstand und Richtung des Schrittmachers wird das Fahrzeug so angetrieben und gelenkt, daß es einen vorbestimmten Abstand und eine vorbestimmte Richtung zum Schrittmacher einnimmt. Dadurch wird erreicht, daß das Fahrzeug in vorgegebenem Abstand hinter, neben oder auch vor dem Schrittmacher her fährt. Der Schrittmacher kann entweder eine Person sein, die sich gehend bewegt, oder auch ein anderes Fahrzeug. Die mobile Steuereinheit ist so ausgebildet, daß sie leicht am Körper einer Person getragen werden kann, z.B. an einem Gürtel oder Halter.

Die drahtlose Kommunikation zwischen den beiden Steuereinheiten erfolgt ausschließlich über Ultraschallsignale, die sich ungerichtet ausbreiten, wobei der zeitliche Abstand zwischen dem Aussenden eines Signals vom Fahrzeug und dem Empfang des Antwortsignals am Fahrzeug bestimmt wird. Durch die beiden empfangenden Ultraschalleinheiten der ersten Steuereinheit erhält man zwei Laufzeiten (jeweils eine für eine der Ultraschalleinheiten). Beide Laufzeiten geben Aufschluß über die Entfernung zwischen der ersten und der zweiten Steuereinheit und ihre Differenz wird zur Bestimmung des Folgewinkels ausgewertet. Der Folgewinkel ist der Winkel zwischen einer Referenzachse des Fahrzeugs und einer Linie, die die beiden Steuereinheiten verbindet.

Generell kann die zweite Steuereinheit mit einem einzigen Transponder ausgestattet sein, der mit jeder der Ultraschalleinheiten der ersten Steuereinheit korrespondiert. Dabei müssen die Ultraschalleinheiten der ersten Steuereinheit jedoch zeitlich nacheinander betrieben werden, wobei die zeitlichen Abstände so

groß zu bemessen sind, daß die Antwortsignale jeweils einer Ultraschalleinheit eindeutig zugeordnet werden können.

Eine bessere Lösung besteht darin, in der zweiten Steuereinheit für jede Sendeeinheit der ersten Steuereinheit einen eigenen Transponder vorzusehen, so daß jeweils Paare von Sendeeinheiten und Transpondern bestehen. Jedes Paar kann hierbei mit einer anderen Frequenz betrieben werden. Alternativ ist es möglich, die Ultraschalleinheiten und Transponder mit unterschiedlichen Frequenzen zu betreiben.

Die erfindungsgemäße Folgesteuerung eignet sich insbesondere für Golfwagen, jedoch auch für andere Fahrzeuge, wie z.B. Kommissionierfahrzeuge für die Lagerhaltung. In der Regel muß damit gerechnet werden, daß mehrere oder sogar zahlreiche selbstfahrende Fahrzeuge in räumlicher Nähe miteinander betrieben werden. Dabei muß verhindert werden, daß die Folgesteuerung des einen Fahrzeugs die Folgesteuerung des anderen Fahrzeugs beeinflußt. Eine solche Entkopplung der Folgesteuerungen ist durch Wahl unterschiedlicher Frequenzen von Fahrzeug zu Fahrzeug nur beschränkt möglich, weil nur eine begrenzte Anzahl von Trägerfrequenzen zur Verfügung steht und die Gefahr besteht, daß zwei Fahrzeuge, deren Folgesteuerungen mit derselben Trägerfrequenz arbeiten, zufällig in gegenseitige Reichweite der Übertragungssysteme gelangen. Um gegenseitige Beeinflussungen auszuschließen, können in jeder Folgesteuerung die Impulssignale nach einem eigenen Impulsmuster ausgesandt werden, das sowohl in der ersten als auch in der zweiten Steuereinheit gespeichert ist, wobei die Zeitabstände der Impulse eine charakteristische Sequenz bilden. Die zweite Steuereinheit reagiert ausschließlich auf die Sequenz des ihr zugeordneten Fahrzeugs. Selbst wenn Signale anderer Fahrzeuge von der zweiten Steuereinheit empfangen werden, reagiert diese hierauf nicht, d.h. sie antwortet auf derartige Fremdsignale, die nicht in die vorgegebene Frequenz hineinpassen, nicht.

Nach der Erfindung folgt das Fahrzeug durch die Wirkung der Folgesteuerung einem mit der zweiten Steuereinrichtung ausgestatteten Schrittmacher ständig. Wenn der Schrittmacher sich von dem ihm folgenden Fahrzeug trennen will, muß er lediglich den Transponder abschalten. Dieser liefert dann keine Antwortsignale mehr an das Fahrzeug und das Fahrzeug bleibt infolge des Ausbleibens der Antwortsignale stehen. Es ist also nicht nötig, manuelle Eingriffe im Fahrzeug vorzunehmen, um das Fahrzeug stillzusetzen.

Um Kollisionen von Fahrzeugen untereinander zu vermeiden oder zu verhindern, daß das Fahrzeug gegen ein Hindernis fährt, können die Fahrzeuge mit Abstandssensoren ausgestattet sein, die das Stillsetzen des Antriebs bewirken, wenn das Fahrzeug in die Nähe eines anderen Fahrzeugs oder eines Hindernisses gelangt.

Im folgenden werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf eine erste Ausführungsform der Steuerung,
- Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf eine zweite Ausführungsform der Steuerung,
- Fig. 3 ein Zeitdiagramm der charakteristischen Sequenzen mehrerer Folgesteuerungen,
- Fig. 4 eine Darstellung von drei Golfspielern, denen jeweils ein Fahrzeug mit anderer Einstellung der Folgeparameter nachfolgt, und
- Fig. 5 eine schematische Draufsicht des Fahrzeugs eines Golfwagens.

Gemäß Fig. 1 ist ein Fahrzeug 10 vorgesehen, das lenkbare Vorderräder 11 aufweist. Die Längsachse des Fahrzeugs ist mit 12 bezeichnet. Das Fahrzeug 10 enthält in seinem Vorderteil die erste Steuereinheit 13, die zwei Ultraschalleinheiten F1 und F2 aufweist. Diese Ultraschalleinheiten sind symmetrisch zur Längsachse 12 angeordnet und haben einen gegenseitigen Abstand von mindestens etwa 50 mm. Jede der Ultraschalleinheiten F1, F2 enthält eine Sende- und Empfangsvorrichtung für Ultraschallwellen. Jede der Ultraschalleinheiten F1, F2 sendet zu einem bestimmten Zeitpunkt einen Ultraschallimpuls aus.

Die Ultraschallimpulse werden von der zweiten Steuereinheit 14 empfangen, die einen Transponder S als Sende- und Empfangseinrichtung enthält. Wenn der Transponder S ein Ultraschallsignal empfängt, liefert er sofort oder nach einer Verzögerungszeit ein Ultraschallsignal, das ausgesandt wird. Dieses Ultraschallsignal wird von beiden Ultraschalleinheiten F1, F2 empfangen. Aus der Laufzeit vom Aussenden des Impulses durch die Ultraschalleinheit F1 bis zum Empfang des Antwortimpulses durch die Ultraschalleinheit F1 kann die Länge L1 der Strecke zwischen F1 und S berechnet werden. In gleicher Weise kann aus der Zeitdauer zwischen dem Aussenden eines Impulses durch die Ultraschalleinheit F2 und den Empfang des Antwortimpulses durch dieselbe Ultraschalleinheit die Länge L2 der Strecke zwischen F2 und S ermittelt werden. Aus der Differenz der beiden Längen L1, L2 bzw. der betreffenden Laufzeiten wird der Folgewinkel  $\alpha$  berechnet, den die Fahrzeugachse 12 mit der durch beide Steuereinheiten 13, 14 hindurchgehenden Geraden 15 bildet.

Es sei angenommen, daß das Fahrzeug dem die zweite Steuereinheit 14 tragenden Schrittmacher unmittelbar folgen soll. In diesem Fall stellt die Steuereinheit 13 die lenkbaren Räder 11 so ein, daß beim Weiterfahren die Fahrzeugachse 12 mit der Linie 15 zur Deckung kommt.

Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 arbeiten die beiden Ultraschalleinheiten F1, F2 und der Transponder S alle mit der gleichen Trägerfrequenz der Ultraschallimpulse. Um eine Unterscheidung zwischen den Ultraschalleinheiten F1 und F2 vornehmen zu können, werden die von diesen Ultraschalleinheiten ausgesandten Impulse zeitlich nacheinander erzeugt, und zwar mit einem solchen zeitlichen Abstand, daß nach jedem Impuls, der von der Ultraschalleinheit F1 ausgesandt wurde, eine hinreichende Zeit zum Empfang des von dem Transponder S ausgesandten Antwortimpulses zur Verfügung steht, bevor die Ultraschalleinheit F2 einen Impuls aussendet.

Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 2 sind die Frequenzen f1 und f2 der beiden Ultraschalleinheiten F1 und F2 unterschiedlich. Die zweite Steuereinheit 14 enthält zwei Transponder S1, S2, von denen der Transponder S1 mit der Ultraschalleinheit F1 zusammenarbeitet und der Transponder S2 mit der Ultraschalleinheit F2. Hierbei können die Frequenzen f1, f2 von den Ultraschalleinheiten F1, F2 gleichzeitig ausgesandt werden. Trotz des frequenzselektiven Betriebes besteht andererseits auch die Möglichkeit, die Impulse zeitversetzt auszusenden.

Die Transponder S1 und S2 erzeugen den Antwortimpuls immer erst mit einer gewissen Verzögerung nach dem Empfang eines Impulses, damit die betreffende Ultraschalleinheit F1 oder F2 nach dem Aussenden eines Impulses auf Empfang umgeschaltet werden kann. Diese Zeitverzögerung zwischen Empfang eines Impulses und Aussenden des Antwortimpulses hat eine festgelegte konstante Dauer, die bei der Laufzeitberechnung berücksichtigt wird.

Durch unterschiedliche Bemessung der Verzögerungszeiten in den Folgesteuern unterschiedlicher Fahrzeuge oder durch unterschiedliche Bemessungen der Zeitintervalle, mit denen die Impulse der beiden Ultraschalleinheiten ausgesandt werden, kann eine Selektion der Fahrzeuge erfolgen, wobei jedes Fahrzeug nur solche empfangenen Impulse auswertet, die in einem diesem Fahrzeug und seinem Transponder zugeordneten Zeitfenster auftreten. Auf diese Weise kann verhindert werden, daß die Signale des einen Folgesystems ein anderes Folgesystem stören. Eine andere Möglichkeit der Selektion besteht darin, die von einer Ultraschalleinheit oder einem Transponder ausgesandten Impulse jeweils nach einer bestimmten Zeit, die charakteristisch für die individuelle Folgesteuerung ist, zu wiederholen, und nur solche Impulse auszuwerten, bei denen der Wiederholungsimpuls innerhalb der festgelegten Zeit erfolgt.

Fig. 3 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Impulsaussendung durch die Ultraschalleinheiten mehrerer Fahrzeuge A, B und C. Den Ultraschalleinheiten des Fahrzeugs A sind innerhalb einer Periodendauer von z.B. 500 ms verschiedene Aktivzeiten T1, T2, T3 und T4 zugeordnet, die jeweils eine Dauer von etwa 50 ms haben. In jeder Aktivzeit senden die beiden Ultraschalleinheiten F1, F2 des Fahrzeugs Impulse aus, die

von den zugehörigen Transpondern S1, S2 beantwortet werden. Die Aktivzeiten T1-T4 haben ungleichmäßige Zeitabstände und sie bilden eine für das Fahrzeug charakteristische Sequenz Q1, die die Periodendauer einnimmt. Nach Ablauf dieser Sequenz Q1 erfolgt eine Wiederholung der gleichen Sequenz. Sowohl im Fahrzeug A als auch in der zugehörigen zweiten Steuereinheit 14 ist die Sequenz Q1 der Aktivzeiten T1-T4 fest gespeichert. Der Transponder reagiert nur auf solche Signale, die in den festgelegten Aktivzeiten T1-T4 empfangen werden. Signale, die in den Intervallen zwischen den Aktivzeiten auftreten, werden unbeantwortet gelassen.

In gleicher Weise bilden die Aktivzeiten des Fahrzeugs B eine charakteristische Sequenz Q2, die sich von der Sequenz Q1 unterscheidet. Die Aktivzeiten eines dritten Fahrzeugs C bilden eine charakteristische Sequenz Q3, die sich von den Sequenzen Q1 und Q2 unterscheidet. Die Auswertung der Signale im Fahrzeug erfolgt erst, wenn in allen Aktivzeiten T1-T4 einer Sequenz Antworten der Transponder S1, S2 von den Ultraschalleinheiten F1, F2 erhalten wurden. Bleibt eine Antwort aus, dann wird das Fahrzeug stillgesetzt.

In Fig. 3 ist der Fall dargestellt, daß die Sequenzen Q1, Q2, Q3 sämtlich zum gleichen Zeitpunkt beginnen. Zweckmäßigerweise sind die Anfangszeitpunkte der Sequenzen jedoch gegeneinander versetzt. Außerdem ist es möglich, am Anfang einer jeden Sequenz ein Initialisierungssignal durch die Ultraschalleinheit auszusenden, das dem Transponder den Sequenzanfang mitteilt.

Die erste Steuereinheit 13 wertet neue Werte von Betrag und Richtung aufgrund eines Signalaustausches mit dem Transponder nur dann aus, wenn sie eine vorgegebene Differenz zwischen den zuletzt geltenden Werten nicht überschreiten. Dadurch wird sichergestellt, daß durch Störungen hervorgerufene "Ausreißer" nicht zu einer Änderung der Fahrzeugsteuerung führen.

In der zweiten Steuereinheit 14 kann der Folgewinkel  $\alpha$  (Fig. 1), den bei dem vorbestimmten Abstand die zweite Steuereinheit zur Fahrzeughängsachse 12 einnimmt, verstellt werden, derart, daß das Fahrzeug 10 der zweiten Steuereinheit 14 mit seitlichem Versatz folgt. Fig. 4 zeigt drei Golfspieler D, E, F, denen jeweils ein Fahrzeug A, B, C, folgt. Damit die Fahrzeuge, auch wenn die Golfspieler dicht nebeneinander gehen, nicht miteinander kollidieren, sind die Folgewinkel  $\alpha$  und die Soll-Abstände unterschiedlich eingestellt. Hierbei folgen die Fahrzeuge A und C ihren jeweiligen Schrittmachern D und F mit seitlichem Versatz.

Fig. 5 zeigt ein Fahrzeug 10 in Form eines Golfwagens mit zwei angetriebenen Rädern 20, 21 und einem selbsteinstellenden dritten Stützrad 22, das um eine Hochachse 23 schwenkbar ist. Das Stützrad 22 ist durch eine Federvorrichtung auf Geradeausfahrt zentriert. Wenn das vom Boden auf das Stützrad 22 ausgeübte Lenkmoment einen bestimmten Grenzwert übersteigt, wird die Kraft der Federvorrichtung überwunden. Ein Ausschwenken des Stützrades aus der für

Geradeausfahrt geeigneten Richtung ist daher nur gegen eine rückstellende Federkraft möglich. Die Räder 20,21 sind von Motoren 24,25 einzeln antreibbar. Bei Geradeausfahrt laufen die Motore 24,25 mit gleichen Geschwindigkeiten. Für die Kurvenfahrt werden sie mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten angetrieben, wobei die Differenzgeschwindigkeit den Radius der gefahrenen Kurve festlegt.

Die Ultraschalleinheiten F1,F2 sind bei diesem Ausführungsbeispiel Empfangseinheiten, die nur empfangen können. Als Sendeeinheit dient die Ultraschalleinheit F3. Alle drei Ultraschalleinheiten F1,F2,F3 sind an einem gemeinsamen Gehäuse 26 angebracht, das als Querbalken zum Fahrzeug 10 ausgebildet ist. Das Gehäuse 26 enthält die elektronischen Komponenten der ersten Steuereinheit 13. Die gesamte Auswerteeinheit ist somit als selbständige Baueinheit in bzw. an dem Gehäuse 26 montiert. Die sendende Ultraschalleinheit F3 und die empfangenden Ultraschalleinheiten F1,F2 arbeiten mit der mobilen Steuereinheit 14 zusammen, die der vorausgehende Golfspieler am Körper trägt.

Die erste Steuereinheit und/oder die zweite Steuereinheit nimmt einen Wartezustand mit verringertem Energieverbrauch ein, wenn sie über eine vorgegebene Zeitspanne keine Signale von der anderen Steuereinheit empfängt. Dadurch wird der Energieverbrauch verringert.

Die Steuereinheit 14 des Schrittmachers wird durch eine wiederaufladbare Batterie gespeist, die bei Stillstand in einer Einschubbox am Fahrzeug gesteckt werden kann, in der sie durch die Fahrzeugbatterie geladen wird.

Bei einer (nicht dargestellten) weiteren Ausführungsform der Erfindung enthält die erste Steuereinheit eine Ultraschalleinheit, die als Sender mit einer ersten Frequenz  $f_1$  arbeitet, und zwei weitere Ultraschalleinheiten, die als Empfänger auf einer von  $f_1$  unterschiedlichen zweiten Frequenz  $f_2$  arbeiten. Die mobile zweite Steuereinheit enthält eine Ultraschalleinheit, die als Empfänger auf der ersten Frequenz  $f_1$  arbeitet, und eine weitere Ultraschalleinheit, die als Sender auf der Frequenz  $f_2$  arbeitet. Die Frequenzen  $f_1$  und  $f_2$  liegen vorzugsweise zwischen 20 und 50 kHz, insbesondere bei 25 kHz und 40 kHz.

Die Frequenz kann an den Ultraschalleinheiten der ersten und der zweiten Steuereinheit verstellbar sein (z.B. auf jeweils 23 kHz, 25 kHz oder 27 kHz), wodurch Golfspieler, die zufällig in einem Flight zusammentreffen, die Folgesteuerungen ihrer Fahrzeuge gegenseitig störungsfrei aufeinander einstellen können.

Schließlich kann eine zusätzliche, unabhängig wirkende Notstoppeinrichtung in die erste Steuereinheit integriert sein. Die Notstoppeinrichtung mißt die Laufzeit von Ultraschallimpulsen von der ersten Steuereinheit zu einem eventuellen Hindernis und der von dem Hindernis reflektierten Schallimpulse zurück zur ersten Steuereinheit. Liegt diese Laufzeit unterhalb einer vor-

gegebenen Mindestlaufzeit, hält die Notstoppeinrichtung das Fahrzeug an.

## Patentansprüche

### 1. Ultraschall-Folgesteuerung für ein selbstfahrendes Fahrzeug, mit

einer am Fahrzeug (10) angebrachten ersten Steuereinheit (13), die Fahr- und Lenksignale für den Fahrbetrieb des Fahrzeugs liefert, und mehreren Ultraschalleinheiten (F1,F2), von denen mindestens zwei zum Empfangen und mindestens einer zum Senden ausgebildet ist;

und einer vom Fahrzeug (10) unabhängigen mobilen zweiten Steuereinheit (14), die mindestens einen auf die Ultraschallsignale der sendenden Ultraschalleinheiten (F1,F2;F3) antwortenden Transponder (S) aufweist,

wobei die erste Steuereinheit (13) aus den Signalen, die sie von der zweiten Steuereinheit (14) empfängt, durch Messung der Zeit zwischen dem Aussenden eines Signals und dem Empfangen des Antwortsignals Betrag und Richtung des Abstands des Fahrzeugs (10) von der zweiten Steuereinheit (14) ermittelt und die Fahr- und Lenksignale derart erzeugt, daß das Fahrzeug (10) der zweiten Steuereinheit (14) mit einem vorbestimmten Abstand folgt.

2. Folgesteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Steuereinheit (14) für jede Ultraschalleinheit (F1,F2) der ersten Steuereinheit (13) einen eigenen Transponder (S1,S2) aufweist, wobei die Paare aus Ultraschalleinheit und Transponder selektiv und übersprechfrei betrieben sind.

3. Folgesteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der ersten Steuereinheit eine Ultraschalleinheit ( $F_1$ ) als Sender mit einer ersten Frequenz  $f_1$  und zwei andere Ultraschalleinheiten als Empfänger auf einer von  $f_1$  unterschiedlichen zweiten Frequenz  $f_2$  arbeiten, und daß in der zweiten Steuereinheit (14) eine Ultraschalleinheit als Empfänger auf der Frequenz  $f_1$  und eine zweite Ultraschalleinheit als Sender auf der Frequenz  $f_2$  arbeitet.

4. Folgesteuerung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenzen  $f_1$  und  $f_2$  zwischen 20 und 50 kHz, vorzugsweise bei 25 kHz und 40 kHz, liegen.

5. Folgesteuerung nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz an den Ultraschalleinheiten der ersten und der zweiten

- Steuereinheit verstellbar ist (z.B. auf jeweils 23 kHz, 25 kHz oder 27 kHz), wodurch jeweils zufällig in einem Flight zusammentreffende Golfspieler die Folgesteuerungen ihrer Fahrzeuge gegenseitig störungsfrei aufeinander einstellen können.
6. Folgesteuerung nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ultraschalleinheiten (F1,F2) derart gesteuert sind, daß sie in jeweiligen Aktivzeiten (T1-T4) Signale in ungleichmäßigen Zeitabständen aussenden, wobei eine Gruppe von durch ungleichmäßige Zeitabstände getrennten Aktivzeiten (T1-T4) eine sich wiederholende, für das Fahrzeug (10) charakteristische Sequenz (Q1) bildet, und daß die zugehörige zweite Steuereinheit (14) die charakteristische Sequenz (Q1) des zugehörigen Fahrzeugs (A) gespeichert enthält und nur solche Signale der ersten Steuereinheit (13) beantwortet, die mit den Aktivzeiten (T1-T4) der Sequenz (Q1) zusammenfallen.
7. Folgesteuerung nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Steuereinheit (13) das Fahrzeug (10) stillsetzt, wenn sie eine vorgebene Anzahl von Malen auf ein ausgesandtes Signal hin innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne kein Antwortsignal des Transponders (S) empfängt.
8. Folgesteuerung nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Steuereinheit (14) einen Schalter zum Abschalten des Transponders (S) aufweist.
9. Folgesteuerung nach einem der Ansprüche 1-8, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Steuereinheit (13) und/oder die zweite Steuereinheit (14) einen Wartezustand mit verringertem Energieverbrauch einnimmt, wenn sie über eine vorgegebene Zeitspanne keine Signale der anderen Steuereinheit empfängt.
10. Folgesteuerung nach einem der Ansprüche 1-9, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Steuereinheit (13) neue Werte von Betrag und Richtung des Abstands der zweiten Steuereinheit (14) aufgrund eines Signalaustausches mit dem Transponder (S) nur dann auswertet, wenn die neuen Werte eine vorgegebene Differenz zu den zuletzt geltenden Werten nicht überschreiten.
11. Folgesteuerung nach einem der Ansprüche 1-10, dadurch gekennzeichnet, daß der Folgewinkel ( $\alpha$ ), den bei dem vorbestimmten Abstand die zweite Steuereinheit (14) zur Fahrzeuglängsachse (12) einnimmt, einstellbar ist, derart, daß das Fahrzeug (10) der zweiten Steuereinheit (14) mit seitlichem Versatz folgt.
12. Folgesteuerung nach einem der Ansprüche 1-11, dadurch gekennzeichnet, daß das Fahrzeug (10) ein Golfwagen mit zwei durch separate Motore (24,25) angetriebenen Rädern (20,21) und einem selbsteinstellenden Stützrad (22) ist, wobei die erste Steuereinheit (13) zum Lenken die Geschwindigkeiten der beiden Motore (24,25) steuert.
13. Folgesteuerung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine Federvorrichtung vorgesehen ist, die das Ausschwenken des Stützrades (22) aus der für Geradeausfahrt geeigneten Richtung nur bei Überwindung eines Grenzmomentes zuläßt.
14. Folgesteuerung nach einem der Ansprüche 1-13, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Steuereinheit (13), die die Lenksignale erzeugt, in einem Gehäuse (26) untergebracht ist, welches zugleich die Ultraschalleinheiten (F1,F2,F3) trägt und als langgestreckte Leiste ausgebildet ist.
15. Folgesteuerung nach einem der Ansprüche 1-14, dadurch gekennzeichnet, daß in die erste Steuereinheit (13) eine zusätzliche, unabhängig wirksame Notstoppeinrichtung integriert ist, welche die Laufzeit von Ultraschallimpulsen aus dieser ersten Steuereinheit zu eventuellen Hindernissen und der reflektierten Schallimpulse zurück zur ersten Steuereinheit mißt und bei Empfang von Ultraschallimpulsen innerhalb einer Mindestlaufzeit das Fahrzeug stoppt.

FIG.1

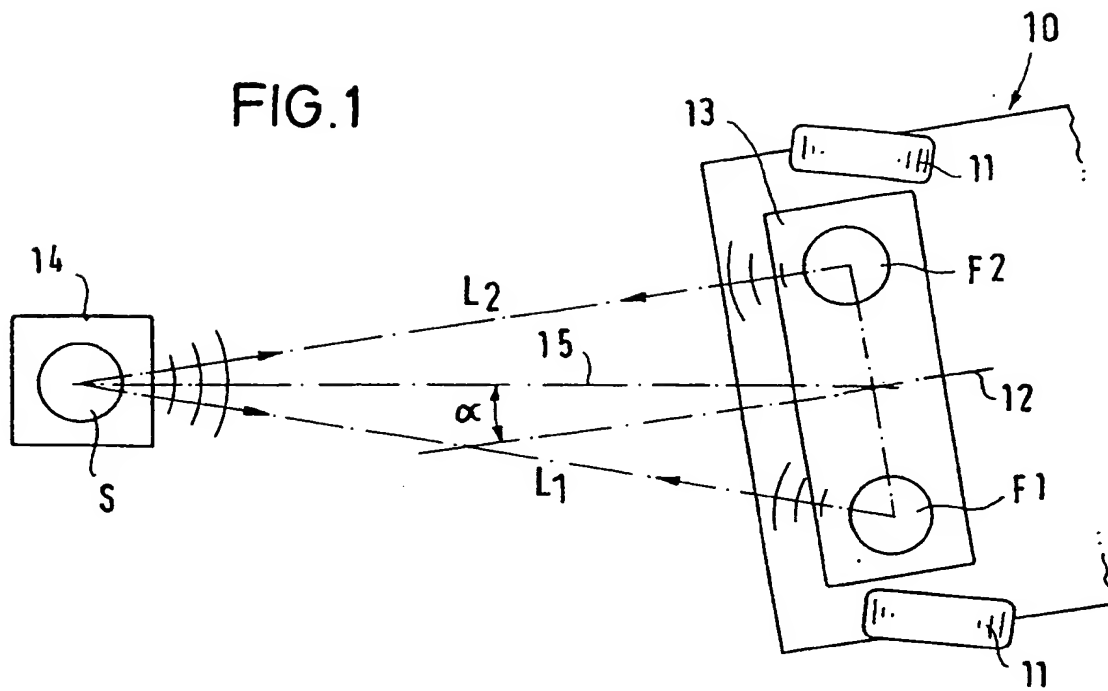
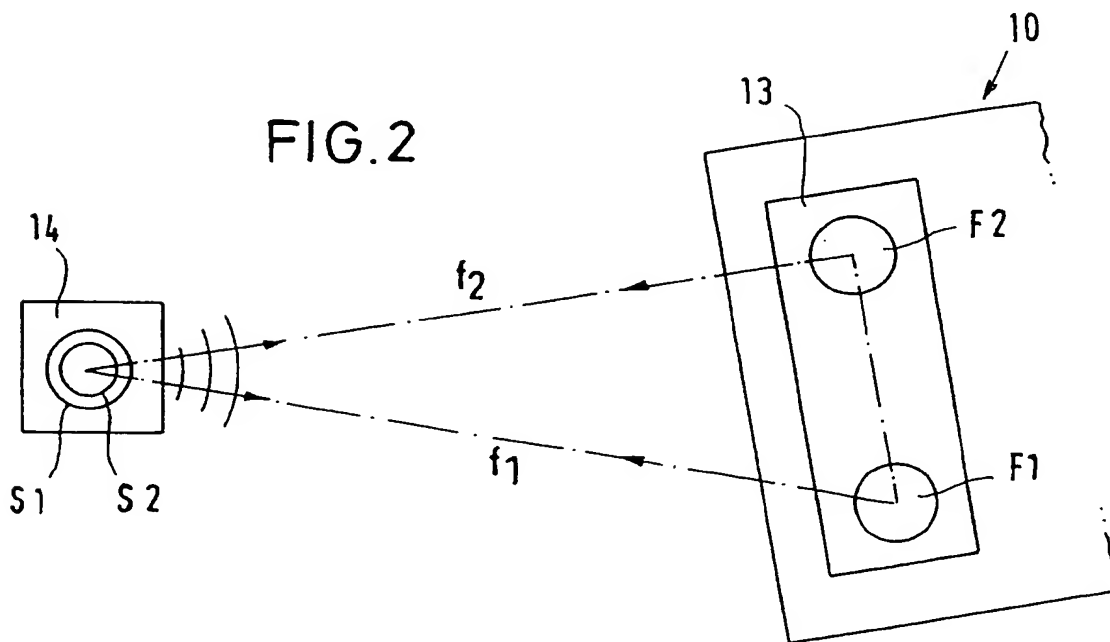


FIG.2



EP 0 732 641 A2

FIG.3

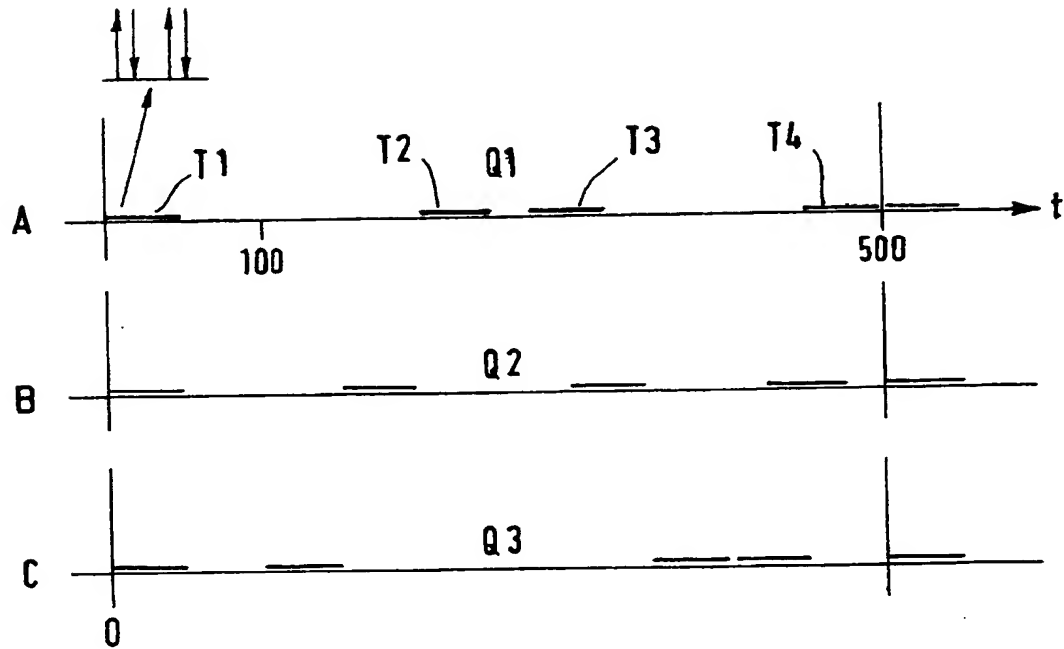


FIG.4

